

INTEGRASI DATA GEOLOGI, GEOFISIKA DAN RESERVOIR DALAM PEMODELAN GEOLOGI DI LAPANGAN “X”

Indah Putri Halim ¹⁾

1). Jurusan Magister Teknik Perminyakan Fakultas Teknologi Kebumihan dan Energi
Universitas Trisakti

E-mail: indahputrihalim@yahoo.com

2) Lembaga Penelitian Universitas Trisakti

E-mail: gbs@trisakti.ac.id

Abstrak

Sistem pemodelan 3D geologi dan geofisika saat ini sangat berpengaruh terhadap pengeboran minyak bumi diseluruh dunia. Dalam Integrasinya data Geologi, Geofisika dan Reservoir dimaksudkan untuk mendapatkan distribusi reservoir dan porositas zona produksi. Mengetahui gambaran pola tutupan dan sesar serta pengaruhnya terhadap pemerangkapan hidrokarbon di struktur tersebut. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mendefinisikan konsep geologi serta pengembangan struktur disebuah lapangan dan juga memberikan kemungkinan usulan pemboran pengembangan untuk lapangan tersebut. Untuk mencapai hal tersebut, dilakukan suatu pemodelan reservoir untuk mendapatkan gambaran pelampiran reservoir. Data yang digunakan adalah data sumur dan data seismik yang kemudian akan diinterpretasikan sehingga akan menghasilkan sebuah peta dengan nilai volumenya dan patahan-patahan yang akan membantu pembuatan model 3D. Setelah itu data petrofisik juga dibutuhkan untuk disebarkan dalam model yang sudah ada nanti.

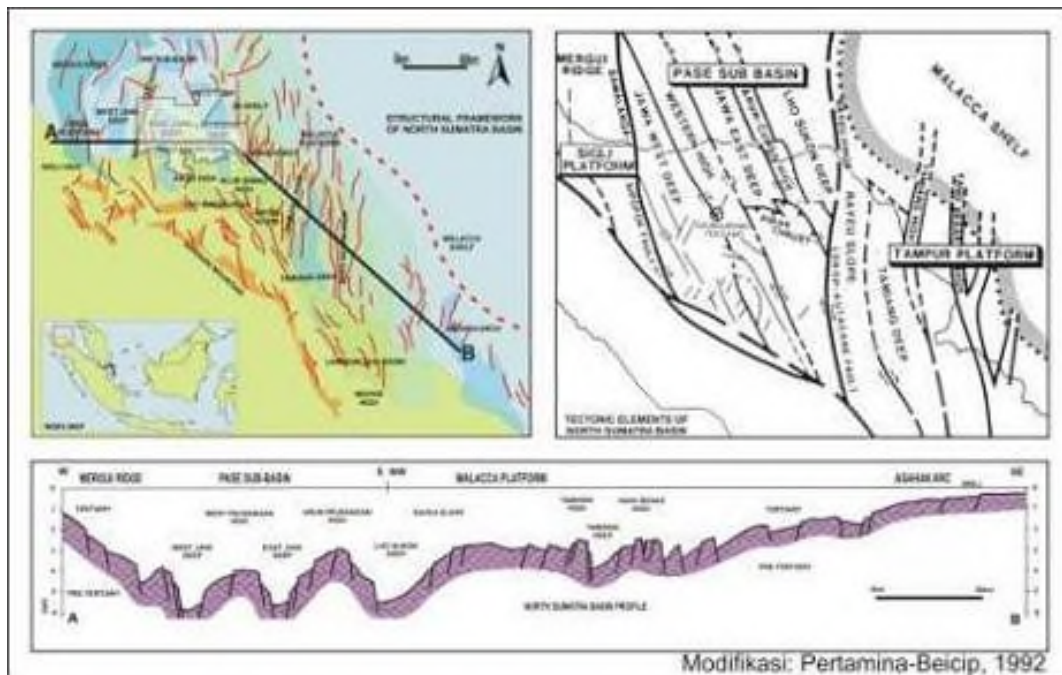
Kata kunci: Pemodelan geologi 3D, reservoir, patahan.

Pendahuluan

Dalam tulisan ini akan coba dijelaskan beberapa hal yang berhubungan dengan integrasi data geologi, geofisika dan reservoir. Integrasi yang akan kita buat pada dasarnya adalah untuk membantu mempermudah serta mengurangi resiko dalam pencarian minyak bumi yang selama ini sangat berisiko karena berada di bawah permukaan. Pemodelan geologi dalam hal ini patahan, porositas dan saturasi air dapat kita gunakan untuk menganalisis distribusi dari sifat fisik batuan.

Studi Pustaka

Secara geologi, Cekungan Sumatera Utara adalah salah satu dari tiga cekungan busur belakang yang terbentuk selama Tersier (Oligosen Awal), pada lempeng Eurasia atau Paparan Sunda (Sastromihardjo, 1988). Secara fisiografi cekungan ini dibatasi oleh *Malacca Platform* pada bagian Timur, Asahan *Arch* pada bagian Selatan, Pegunungan Barisan pada bagian Barat, dan pada bagian Utara cekungan ini terbuka ke arah Laut Andaman. Tektonik ekstensional mendominasi sejarah Cekungan Sumatera di awal Tersier dan membentuk struktur tinggian dan rendahan, membentuk perangkap dan tempat tumbuhnya terumbu sebagai daerah *kitchen*. Tektonik kedua adalah kompresional yang juga membentuk perangkap sebagai struktur inversi. Aktivitas tektonik Cekungan Sumatera Utara dibedakan antara Pra-Miosen dan Miosen hingga Pasca-Miosen. Pola struktur berarah U-S terutama dihasilkan oleh tektonik Pra-Miosen (Mulhadiono dan Sutomo, 1984). Pola struktur Miosen-Pasca-Miosen arah utamanya adalah BL-TG, orientasi struktur tersebut berkaitan dengan pengangkatan Bukit Barisan. Pola sesar berarah U-S (pola Pra-Tersier) dan arah BL-TGG maupun TL-BD merupakan reaktivasi sesar Plio-Pleistosen sejak Miosen Tengah (**Gambar 1**).

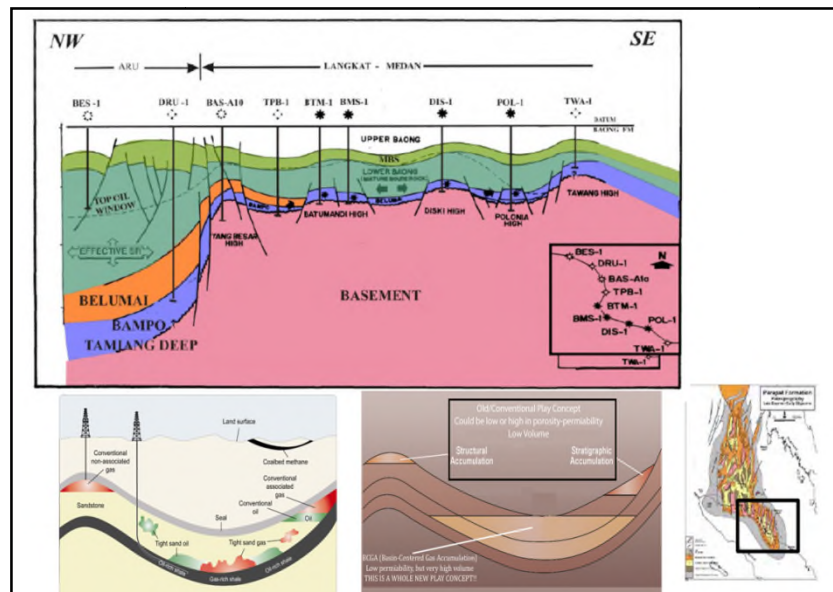


Gambar1 Elemen-elemen Tektonik Sumatra Utara (Pertamina-Beicip, 1992)

Ringkasan litostratigrafi Cekungan Sumatra Utara telah banyak dibahas pada beberapa penelitian. Berikut deskripsi urutan litostratigrafinya dari yang tertua sampai mudasebagai berikut (**Gambar 2**):

1. **Pra-Tersier:** Batuan Pra-Tersier di daerah darat umumnya terdiri dari batugamping, dolomit dan batupasir yang diendapkan pada lingkungan pantai sampai laut dangkal. Batuan menyerupai Lempeng Mikro Mergui, bagian dari regional Dataran Sunda (Pulunggondan Cameron, 1984).
2. **Formasi Tampur:** Formasi Tampur terdiri dari sebagian bioklastik dan biokalsilit masif, *calcarenites* dan *calcilutites*. Dalam formasi ini umum dijumpai nodul rijang. Formasi ini juga terdiri dari basal konglomertik dan batugamping dolomitik. Formasi ini diendapkan dalam lingkungan sub-litoral - laut terbuka sepanjang Eosen Akhir sampai Oligosen Awal.
3. **Formasi Parapat:** Pada awal sedimentasi dalam *rift* basin Tersier ditandai dengan pengendapan konglomerat, batupasir dan setempat lanau dan batubara dari Formasi Parapat. Semuanya terendapkan dalam lingkungan *fluvio-litoral*.
4. **Formasi Bampo:** Formasi Bampo terutama terdiri dari batulempung dan serpih gampingan, berlapis buruk, piritik dan sedikit material karbonan. Sedimen ini diendapkan dalam lingkungan *euxinics* sampai pelagik dan selaras di atas Formasi Parapat.
5. **Formasi Belunai dan Peutu:** Formasi ini di blok barat laut (Formasi Peutu dan Anggota Telaga Said) terutama terdiri dari lanau dan batugamping dari lingkungan laut dangkal. Batugamping terumbu dijumpai di daerah dangkal.
6. **Formasi Baong:** Formasi Baong terbagi kedalam tiga unit tidak resmi (Mulhadiono, 1982), yaitu: Serpih Baong bagian bawah (Lower Baong Shale), Batupasir Baong bagian tengah (Middle Baong Sandstone/MBS) dan Serpih Baong bagian atas (Upper Baong Shale). Unit Serpih Baong bagian bawah (Lower Baong Shale), tersusun atas dominasi serpih karbonatan abu-abu gelap, kaya akan foraminifera. Unit Batupasir Baong bagian tengah (Middle Baong Sandstone/MBS) sebagian besar terdiri dari batupasir abu-abu terang, berbutir sangat halus, karbonatan dan glaukonitik. Bagian top dari anggota ini dicirikan oleh lapisan batupasir sementara bagian bawahnya mengacu pada lapisan batupasir terakhir yang tepat berada di atas Serpih Baong bagian

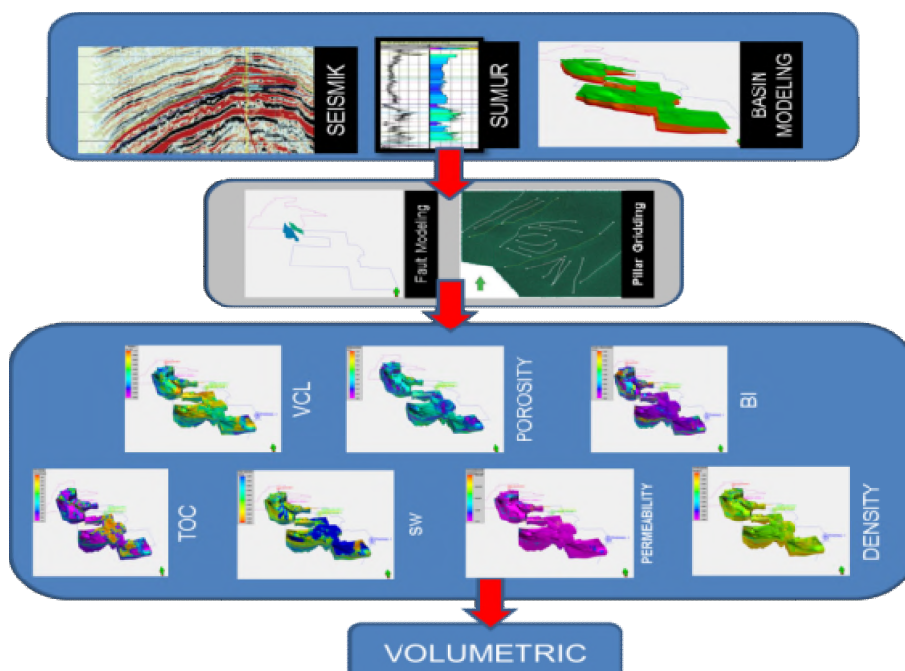
reservoir, sedangkan migrasi lateral dimungkinkan dari sub-Cekungan ke tinggian struktur.



Gambar 2 Konsep *play shale hydrocarbon* di Cekungan Sumatera Utara

Metodologi

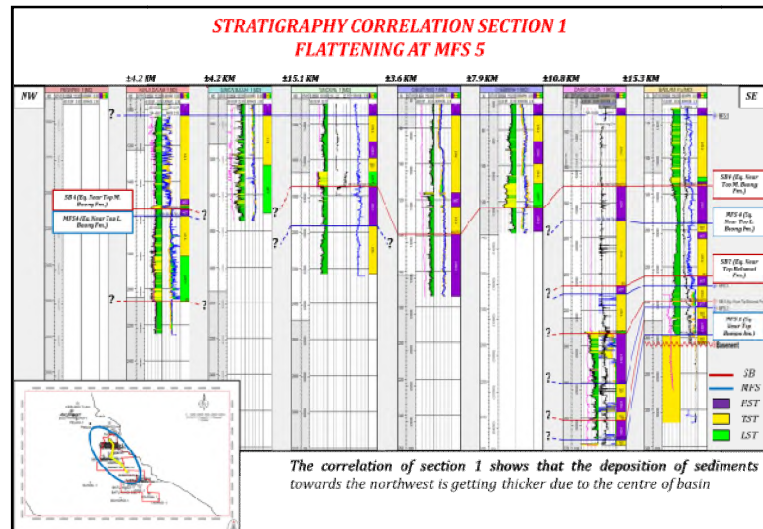
Metode geologi yang digunakan adalah dengan analisa data lapangan *surface* ataupun *subsurface* yaitu berupa data sumur dan seismik yang ada. Metode analisa petrofisika dilakukan untuk memenuhi kebutuhan penilaian sifat fisik batuan sumur berdasarkan ketersediaan data dibatasi pada log dasar dan sedikit informasi geokimia. Data seismik yang ada dilakukan verifikasi kemudiannya dengan data sumur dan setelah itu dilakukan interpretasi. Model Statik reservoir digunakan untuk mengetahui persebaran property batuan secara horizontal dan vertikal yang kemudian dapat menentukan zona prospek dengan menetapkan cut off dari masing-masing properti batuan tersebut.



Gambar 4 Langkah dalam pembuatan Model Statik

Pembahasan

Analisa data geologi berupa data sumur dengan melakukan korelasi antar sumur yang ada. Dimana dalam korelasi ini bisa memperlihatkan arah pengendapan geologinya.

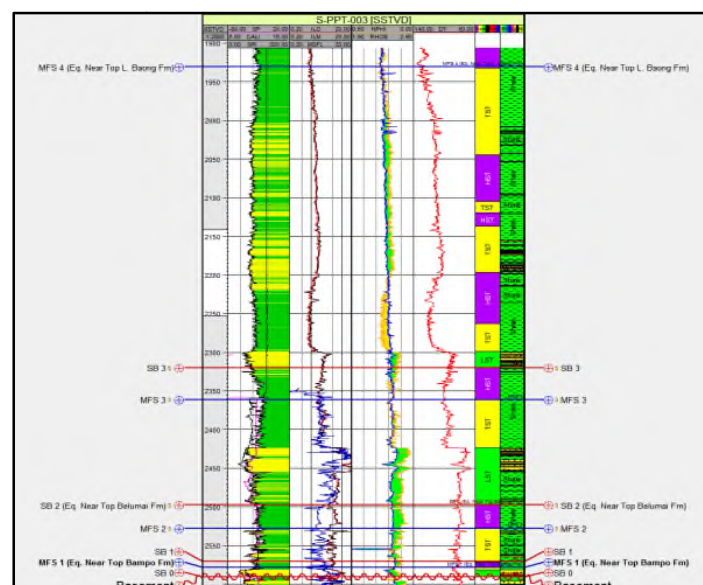


Gambar 5 Penampang Stratigrafi yang sudah diinterpretasi

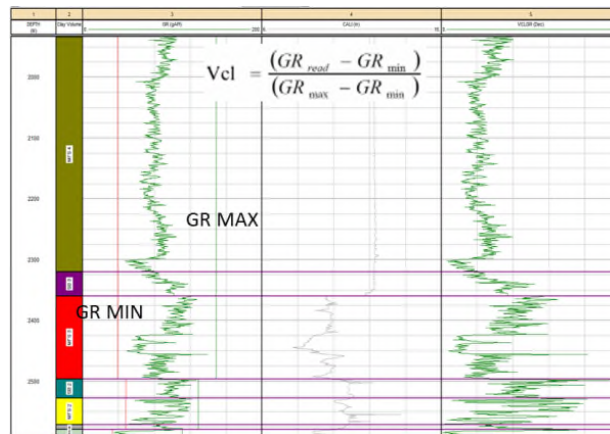
Analisa petrofisika dilakukan dalam keterbatasan data yang ada. Dilakukan terlebih dahulu normalisasi log agar didapatkan analisa log yang lebih akurat. langkah dasarnya yaitu:

1. Menentukan V_{shale}
2. Menentukan factor formasi (asumsi)
3. Menentukan resistivitas air formasi/ nilai R_w (asumsi)
4. Menentukan nilai porositas efektif
5. Menentukan nilai saturasi air (S_w)

Estimasi V_{shale} pada penelitian ini seperti yang akan menjadi tidak tepat karena kurangnya data kuantitatif mineralogy

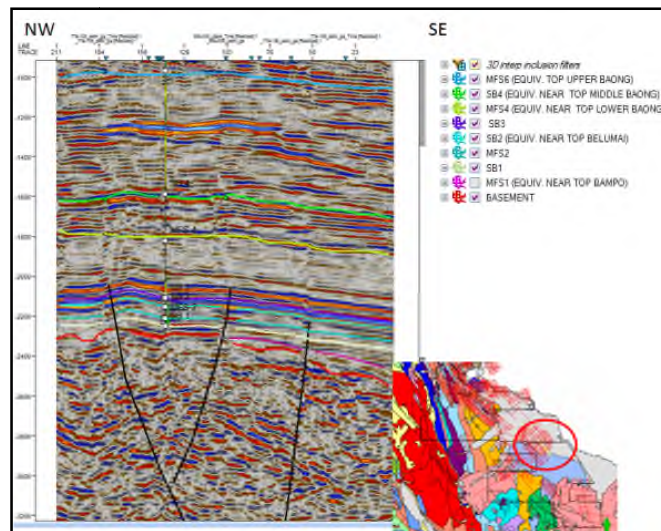


Gambar 6 Log menunjukkan kualitas shale pada beberapa formasi.



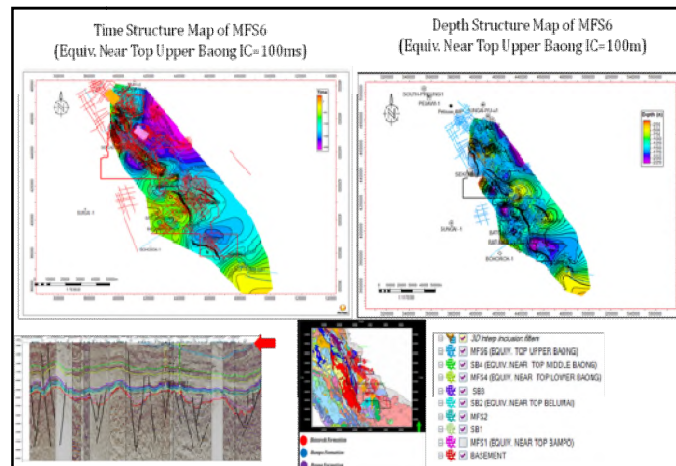
Gambar 7 Estimasi Vshale

Analisa data seismic yang terdiri dari 1158 garis seismic dimana ada beberapa data seismic yang sama. Interpretasi seismic berdasarkan horizon-horizon yang sudah diikat sebelumnya.



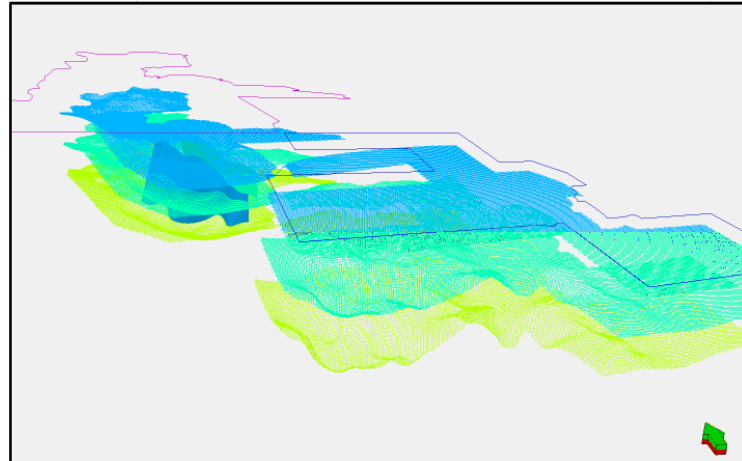
Gambar 7 Interpretasi horizon seismic

Kemudian akan dibangun konfigurasi bawah permukaan secara keseluruhan. Petak dalam akan dihasilkan dengan merubah peta struktur waktu menggunakan velocity model yang diambil dari beberapa sumur untuk setiap horizon.

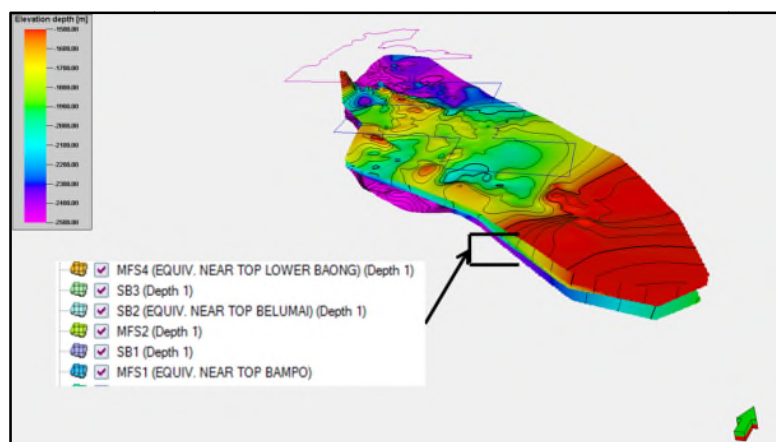
Gambar 8 Petadepthdan *time structure*

Analisa model statik reservoir hanyadibatasiasampaidengan *fault*, model straitgrafi, model BI, model porositas, model permeabilitas, model densitas, model *clay* volume dan model saturasi air. Masing-masing model property tersebutdigunakanuntukmenentukanzonapotensidengancarameng*cut-off* niaipada property tersebutdengannilai cutoff petrofisika. Fault model dibuatdarisejumlah*input fault sticks*, *fault polygons*, *fault surface* dan *fault marker*. Dalam proses pemodelan*fault*, *fault stick*dikonversidalam bentuk *fault 3D*, dalam metodologi ini *fault sticks* harusdikonversidalam *fault Pillars*.

Seperti yang sudahdisebutkansebelumnya, manipulasi data *fault*dan*gridding*dihasilkandalambentuk *fault pillars*. Oleh karenanya, *fault sticks*di perlukan untuk konversikedalam *pillars*. Satubidang *fault*terdiridarisejumlah *fault pillars*. Semakin banyak pilardalam satu *fault* akan memberikantingkat kesamaan yang semakin dekat dengan data original. Satupilar terdiridari 2, 3 atau 5 poin yang merefleksikan fleksibilitas pilar. Semakin banyak poin makamerefleksikan fleksibilitas yang semakin tinggi didalam *pillar shaping*. Namun, semakin banyak pilardan poin juga akan menciptakan proses *gridding* yang kompleks sehinggadapat menyebabkan hasil grid model yang tidak benar. Dalam projek ini, pilardengan 3 poin sudah cukup untuk menggambarkan bentuk original dari bidang *fault*. Seperti yang ditunjukkan dalam *workflow*, *pillar gridding* tidak hanyamenghasilkan *3D fault model* namun proses ini jugamenciptakan grid layer sebagaidasar untuk pemodelan grid 3D. Ketika grid layer dibangun berdasarkan *fault pillar*, distribusi grid secara langsung dikontrol oleh distribusi *fault* di lapangan. *Trend* jugadigunakan untuk menghubungkan *fault* dengan *field boundary* untuk membuat poligon tertutup yang digunakan dalam proses pembuatan segmentasi. *Trend* diaplikasikan dalam arah I dan J.



Gambar 9 Pemodelan 3D

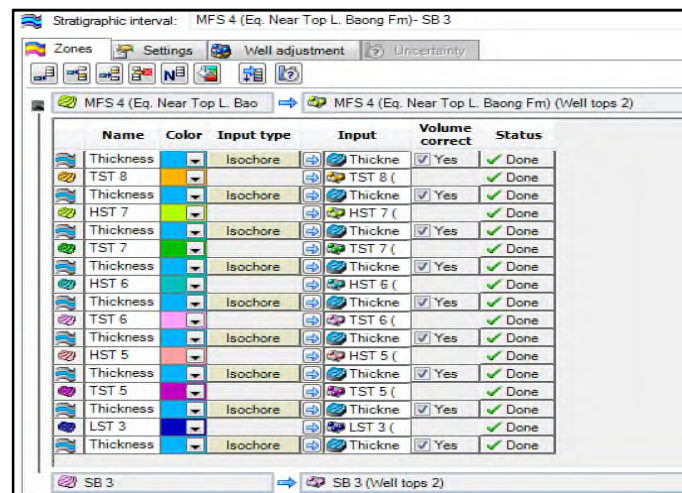


Gambar 10 Pemodelan 3D masing-masing horizon

Terdapat 6 Horisonseismik yang ada di blok Sumbagut yaitu MFS 4, SB 3, SB 2, MFS 2, SB 1, MFS 1. Gambar 9 menunjukkan enam horizon seismik dalam pandangan 3D dengan parameter input tercantum. Total terdapat 25 model horizon yang dibuat untuk keseluruhan level stratigrafi.

Proses pemodelan zona reservoir menghasilkan *top structure maps* di setiap level reservoir. Zona reservoir adalah interval antara *top reservoir map*. Proses ini memerlukan horizon yang dihasilkan sebelumnya dan *well markers* sebagai data input utama.

Untuk membuat zona reservoir 3D, *top reservoir map* dibuat atau di-*infilled* di antara dua horizon seismik. *Top reservoir maps* ini dibuat pada setiap level *well marker* yang merepresentasikan *stratigraphic events*. Selain menggunakan *well marker*, *isochore map* juga diperlukan untuk mengontrol ketebalannya antara *well* dengan mengikuti *trend* dari horizon seismik.



Gambar 11 Input reservoir dalam pemodelan

Kesimpulan

1. Model statik yang dihasilkan merupakan integrasi dari data-data geologi, geofisika dan petrofisika.
2. Estimasi Vshale akan menjadi tidak tepat karena kurangnya data kuantitatif mineralogy.
3. Horizon terdiri dari 6 lapisan dan Faults pada formasi Belum memiliki orientasi NW – SE dan pada formasi Bampo yang berorientasi N – S.

Daftar Pustaka

1. Harsono, Adi, 1997. *Evaluasi Formation dan Aplikasi Log*, edisi- 8 (1 Mei 1997), Schlumberger Oilfield Services, Sentra Mulia, Kuningan, Jakarta.
2. Hoffman, S. Karren & Neave W, John: *Horizon Modeling Using Three-Dimensional Fault Restoration Technique Proceedings, IPA. October, 1999.*
3. Zakrevsky, K.E. 2011. *Geological 3D Modelling. European Association of Geoscientists & Engineers Publication, Belanda.*